



Beschreibung

## Elektrooptisches Modul

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrooptisches Modul zum Anschluss an zumindest einen Lichtwellenleiter mit mindestens zwei elektrooptischen Komponenten.

Ein derartiges elektrooptisches Modul ist aus der  
10 internationalen Offenlegungsschrift WO 99/29000 bekannt. Das vorbekannte elektrooptische Modul weist eine Vielzahl von vertikal emittierenden Lasern auf, die in einer Reihe angeordnet sind. Jedem Laser - mit Ausnahme zweier jeweils am äußeren Rand der Reihe befindlichen „Randlasern“ - ist  
15 jeweils ein Lichtwellenleiter zugeordnet, in den die Strahlung des zugeordneten vertikal emittierenden Lasers eingekoppelt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein  
20 elektrooptisches Modul anzugeben, bei dem die optische Bandbreite des bzw. der Lichtwellenleiter noch besser als zuvor ausgenutzt werden kann.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem elektrooptischen Modul  
25 der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

30 Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten mittels jeweils zumindest einer Linse mit demselben Lichtwellenleiter in einer optischen Freistrahls-Verbindung stehen.

35 Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen elektrooptischen Moduls ist darin zu sehen, dass mehrere elektrooptische Komponenten, beispielsweise Laser, an ein und

denselben Lichtwellenleiter angeschlossen sind. Der Lichtwellenleiter kann somit die optischen Signale zumindest zweier elektrooptischer Komponenten übertragen, wodurch die optische Bandbreite des Lichtwellenleiters besonders gut  
5 ausgenutzt wird.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen elektrooptischen Moduls besteht darin, dass eine unmittelbare optische Verbindung zwischen den elektrooptischen Komponenten  
10 und dem Lichtwellenleiter aufgrund der durch die Linsen bewirkten optischen Freistrahilverbindung realisiert wird. Auf den Einsatz beispielsweise von im Bereich der WDM- (Wavelength Division Multiplex)-Komponenten bekannten „Faser-Combinern“, mit denen ein Zusammenführen von optischen Signalen  
15 verschiedener elektrooptischer Komponenten in einen einzigen Lichtwellenleiter erreicht wird, kann bei dem erfindungsgemäßen elektrooptischen Modul aufgrund der Freistrahilverbindung somit verzichtet werden.

20 Um eine besonders einfache Montage des elektrooptischen Moduls zu ermöglichen, wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die optische Abbildung zumindest einer optischen Linse einen optischen „Schielwinkel“ aufweist. Unter einem „Schielwinkel“ wird dabei verstanden, dass zwischen der  
25 optischen Achse des einfallenden Lichtes und der optischen Achse des ausfallenden Lichtes ein Winkel auftritt, der sich von 180° unterscheidet; aufgrund des Schielwinkels wird das Licht nach dem Durchdringen der Linse also von der optischen Achse „weggebrochen“. Ein wesentlicher Vorteil des  
30 Vorhandenseins des Schielwinkels bei mindestens einer der Linsen besteht darin, dass die elektrooptischen Komponenten nebeneinander – beispielsweise auf einem Träger – angeordnet werden können, wobei dennoch die Einkoppelbarkeit des Lichts der nebeneinander angeordneten Komponenten in ein und  
35 denselben Lichtwellenleiter gewährleistet wird.

Um zu erreichen, dass die optische Freistrahhlverbindung zwischen dem Lichtwellenleiter einerseits und den elektrooptischen Komponenten andererseits für alle elektrooptischen Komponenten vergleichbar bzw. im

5 Wesentlichen identisch ist, wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten bezüglich ihres Anschlusses an den Lichtwellenleiter symmetrisch angeordnet sind und wenn die  
10 Linsen der mindestens zwei elektrooptischen Komponenten jeweils denselben optischen Schielwinkel aufweisen. Bei einer solchen symmetrischen Anordnung ist die optische Freistrahhlverbindung zwischen jedem der elektrooptischen Komponenten und dem Lichtwellenleiter also weitgehend identisch.

15

Eine besonders kostengünstige Montage des elektrooptischen Moduls lässt sich dann erreichen, wenn die elektrooptischen Komponenten auf einem gemeinsamen Träger angeordnet werden, weil dann nämlich beispielsweise die von der

20 Leiterplattentechnik her bekannten Bestückautomaten zur Montage des Moduls eingesetzt werden können. Einfach und damit vorteilhaft lässt sich die Justage der Linsen erreichen, wenn die Linsen auf einem oder auf jeweils einem auf dem Träger befindlichen Abstützelement derart angeordnet  
25 werden, dass sie sich - insbesondere unmittelbar - räumlich über den ihnen zugeordneten elektrooptischen Komponenten befinden.

Soll das elektrooptische Modul zum Aussenden von optischen  
30 Signalen eingesetzt werden, so wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten Laser und/oder Leuchtdioden sind.

Bevorzugt weisen die Laser und/oder Leuchtdioden dabei  
35 unterschiedliche optische Wellenlängen auf, damit die Bandbreite des zugeordneten Lichtwellenleiters optimal ausgenutzt wird.

Bei dem elektrooptischen Modul kann es sich vorzugsweise um ein C-WDM-Modul (C-WDM: coarse wavelength division multiplex) oder um ein D-WDM-Modul (D-WDM: dense wavelength division multiplex) handeln.

Das elektrooptische Modul kann beispielsweise vier Laser und/oder Leuchtdioden aufweisen, die ein und demselben Lichtwellenleiter zugeordnet und bezüglich des Lichtwellenleiters symmetrisch angeordnet sind. Vorzugsweise sind die Laser bzw. Leuchtdioden an den Eckpunkten eines gedachten bzw. virtuellen Quadrates angeordnet.

Falls es sich bei zumindest einem der mindestens zwei elektrooptischen Komponenten um einen kantenemittierenden Laser handelt, so wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das Abstützelement auf seiner dem kantenemittierenden Laser zugewandten Außenseite bzw. seinen den kantenemittierenden Lasern zugewandten Außenseiten verspiegelt ist, wobei das Abstützelement und die verspiegelten Außenseiten derart angeordnet sind, dass das von dem bzw. den kantenemittierenden Lasern emittierte Licht auf die jeweils zugeordnete Linse gelenkt wird.

Kostengünstige Gehäuse für elektrooptische Module sind beispielsweise die sogenannten TO-Gehäuse; es wird daher als vorteilhaft angesehen, wenn das elektrooptische Modul in einem TO-Gehäuse untergebracht ist und die Linsen jeweils bezüglich der Fensterkappe des TO-Gehäuses optisch justiert sind.

Das elektrooptische Modul kann vorteilhaft auf einer flexiblen Leiterplatte, insbesondere auf einem Flexboard, montiert sein. Vorzugsweise ist die flexible Leiterplatte dabei auf einem Leiterplattenträger befestigt, insbesondere aufgeklebt, der zum Zwecke der Wärmeabfuhr der von den elektrooptischen Komponenten erzeugten Abwärme eine möglichst

große thermische Wärmeleitfähigkeit aufweisen sollte. Vorteilhaft besteht der Leiterplattenträger aus Metall, insbesondere Aluminium, da derartiges Material eine besonders hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

5

Die elektrische Verbindung zwischen dem elektrooptischen Modul und der flexiblen Leiterplatte kann beispielsweise mittels Bonddrähte erfolgen, die zwischen dem elektrooptischen Modul und der flexiblen Leiterplatte angebracht werden. Anstelle von Bonddrähten sind auch andere Kontaktierungsarten möglich.

Der Anschluss des elektrooptischen Moduls an einen oder mehrere Lichtwellenleiter kann unmittelbar derart erfolgen, dass der bzw. die Lichtwellenleiter unmittelbar mit dem elektrooptischen Modul dauerhaft verbunden werden; stattdessen kann das elektrooptische Modul auch mit einer bzw. mehreren optischen Steckeinrichtungen (Stecker/Buchsen) ausgestattet werden, mit denen sich externe Lichtwellenleiter an das elektrooptische Modul anschließen lassen. Bei diesen optischen Steckeinrichtungen kann es sich beispielsweise um sogenannte „Receptacle“ handeln.

Eine dauerhafte und unmittelbare Verbindung zwischen dem bzw. den Lichtwellenleitern und dem elektrooptischen Modul kann vorteilhaft dadurch erreicht werden, dass der oder die Lichtwellenleiter durch eine Abdeckkappe hindurchgeführt werden, mit denen das elektrooptische Modul verschlossen, insbesondere hermetisch verschlossen wird.

30

Die optische Justage zwischen dem Lichtwellenleiter bzw. den Lichtwellenleitern und dem elektrooptischen Modul kann dann dadurch erreicht werden, dass die Abdeckkappe relativ zu den Linsen des elektrooptischen Moduls derart ausgerichtet wird, dass eine optimale optische Verbindung zwischen den elektrooptischen Komponenten einerseits und dem bzw. den Lichtwellenleitern andererseits erreicht wird.

Der Lichtwellenleiter bzw. die Lichtwellenleiter können vorteilhaft in der Abdeckkappe eingeklebt sein, um eine dauerhafte und feste Fixierung des Lichtwellenleiters bzw.  
5 der Lichtwellenleiter zu erreichen.

Die Abdeckkappe kann vorzugsweise auf dem elektrooptischen Modul aufgeklebt sein, um eine dichte, insbesondere hermetische Isolation des elektrooptischen Moduls zu  
10 erreichen.

Die Abdeckkappe besteht vorteilhaft zumindest teilweise aus Silizium, da Silizium ein kostengünstiges Material ist, das mit Hilfe der bekannten Halbleiterbearbeitungsverfahren  
15 relativ einfach bearbeitet werden kann.

Stattdessen kann die Abdeckkappe auch aus einem Spritzgussteil oder einem Multilayer-Keramikbauteil gebildet sein.  
20

Zur Erläuterung der Erfindung zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes elektrooptisches Modul,  
25

Fig. 2 das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1, wobei das elektrooptische Modul an einen Lichtwellenleiter mittels einer Zusatzlinse angekoppelt ist,

30 Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes elektrooptisches Modul, wobei das Modul ohne Zusatzlinse an einen Lichtwellenleiter angeschlossen ist,

35 Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für eine Befestigung des elektrooptischen Moduls gemäß Figur 1 oder Figur 3 auf einer Leiterplatte,

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel für eine Abdeckkappe für eine Befestigung eines Lichtwellenleiters an einem erfindungsgemäßen elektrooptischen Modul und

5

Fig. 6-8 ein drittes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes elektrooptisches Modul mit einem Justagering.

10

In den Figuren werden für identische bzw. vergleichbare Komponenten dieselben Bezugszeichen verwendet.

In der Figur 1 erkennt man ein elektrooptisches Modul 10, das ein Substrat 20 aufweist. Bei dem Substrat 20 kann es sich beispielsweise um ein Siliziumsubstrat handeln. Auf dem Substrat 20 sind vier kantenemittierende Laser 30 angeordnet, die jeweils mit einem Bonddraht 40 mit in der Figur 1 nicht dargestellten Leiterbahnen des Substrates 20 verbunden sind. Das Substrat 20 erfüllt somit die Funktion einer Trägerplatte bzw. eines Trägers und könnte somit auch als "Submount" bzw. "Baseplate" bezeichnet werden.

Im Übrigen kann man in der Figur 1 ein Abstützelement 50 erkennen, auf dem vier optische Linsen 60 angeordnet sind. Die optischen Linsen 60 sind dabei mittels ihrer Linsenträger 65 derart am Rand des Abstützelements 50 angebracht, dass der optisch aktive Teil der Linsen 60 über den seitlichen Rand des Abstützelements 50 hinausragt.

30

Das Abstützelement 50 ist an seinen, den Lasern 30 zugewandten Außenseiten 70 verspiegelt, sodass das aus den Lasern 30 heraustretende Licht an den verspiegelten Außenseiten 70 reflektiert und in Richtung der optischen Linsen 60 gespiegelt wird. Der optische Strahlengang zwischen dem kantenemittierenden Laser 30 und den optischen Linsen 60 ist beispielhaft durch abgestrichelte Linien 100 dargestellt.

35

Auf dem Substrat 20 sind darüber hinaus vier Monitordioden 110 angeordnet. Jede der vier Monitordioden 110 ist jeweils einem Laser 30 zugeordnet, und zwar derart, dass das von dem  
5 jeweiligen kantenemittierenden Laser 30 in Richtung Monitordiode 110 abgestrahlte Laserlicht von der Monitordiode empfangen wird. In Abhängigkeit von dem jeweils empfangenen Laserlicht erzeugen die Monitordioden 110 jeweils ein Monitorsignal, das zu einer in der Figur 1 nicht  
10 dargestellten Auswerteschaltung übertragen wird, die die Ansteuerung der kantenemittierenden Laser 30 vornimmt.

Die optischen Linsen 60 können derart beschaffen sein, dass das von den kantenemittierenden Lasern 30 erzeugte Licht auf  
15 eine in der Figur 1 nicht dargestellte Fensterkappe eines TO-Gehäuses fällt. Bei einer solchen Anordnung würde ein Anschluss des elektrooptischen Moduls 10 an einen Lichtwellenleiter dadurch erfolgen, dass der Lichtwellenleiter optisch relativ zu der Fensterkappe des TO-  
20 Gehäuses justiert wird.

In den Figuren 2 und 3 ist dargestellt, wie die Justage des elektrooptischen Moduls 10 an einen Lichtwellenleiter konkret  
25 aussehen kann.

In der Figur 2 erkennt man das elektrooptische Modul 10 gemäß der Figur 1 sowie einen Lichtwellenleiter 300, der mittels einer Zusatzlinse 310 in optischer Verbindung mit dem elektrooptischen Modul 10 steht.  
30

Die optische Verbindung zwischen dem Lichtwellenleiter 300 und der Zusatzlinse 310 einerseits und den kantenemittierenden Lasern 30 andererseits wird durch die optischen Linsen 60 bewirkt, die das Licht der  
35 kantenemittierenden Laser 30 in Richtung auf die Zusatzlinse 310 und damit in den Lichtwellenleiter 300 lenken.



Der Strahlengang zwischen den optischen Linsen 60 und der Zusatzlinse 310 ist in der Figur 2 mit dem Bezugszeichen 320 gekennzeichnet. Man kann erkennen, dass die optischen Linsen 60 keine „geradlinige“ Abbildung bewirken, denn die optische Achse des auf die Linsen 60 einfallenden Lichtes und die optische Achse des austretenden Lichtes sind nicht identisch bzw. fallen nicht zusammen. Konkret weisen die optische Achse des von den kantenemittierenden Lasern 30 erzeugten Laserlichtes und die optische Achse des aus der optischen Linse 60 austretenden Lichtes jeweils einen Schielwinkel  $\alpha$  auf, der derart gewählt ist, dass das von den Lasern 30 generierte Licht auf den Lichtwellenleiter 300 fallen kann.

Aufgrund dieses Schielwinkels  $\alpha$  der optischen Linsen 60 ist es möglich, dass alle vier kantenemittierenden Laser 30 des elektrooptischen Moduls 10 ihr Licht in ein und denselben Lichtwellenleiter 300 einspeisen können.

Der Figur 2 lässt sich darüber hinaus entnehmen, dass die Anordnung der vier kantenemittierenden Laser 30 und die Anordnung der optischen Linsen 60 symmetrisch ist und zwar derart, dass die kantenemittierenden Laser 30 und damit die optischen Linsen 60 auf den Eckpunkten eines virtuellen Quadrates liegen. Jeder der kantenemittierenden Laser 30 sowie jede der optischen Linsen 60 hat somit denselben Abstand zu der Zusatzlinse 310 bzw. zu dem Lichtwellenleiter 300. Somit ist die optische Verbindung zwischen jedem der kantenemittierenden Laser 30 und dem Lichtwellenleiter 300 identisch.

30

Bei dem elektrooptischen Modul 10 gemäß den Figuren 1 und 2 kann es sich beispielsweise um ein C/D-WDM-Modul handeln, also um ein Modul, bei dem in einem einzigen Lichtwellenleiter 300 Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen übertragen werden. Dies setzt voraus, dass die vier kantenemittierenden Laser 30 auf unterschiedlichen optischen Wellenlängen Licht emittieren.

Bei der Anordnung gemäß der Figur 2 ist die Zusatzlinse 310 dazu vorgesehen, das von den kantenemittierenden Lasern 30 erzeugte und von den optischen Linsen 60 um den

5 „Schielwinkel“  $\alpha$  umgelenkte Licht auf den Lichtwellenleiter 300 derart zu fokussieren, dass eine optimale Einkopplung erreicht wird.

10 In der Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Einkopplung des Lichts in den Lichtwellenleiter 300 gezeigt. Man erkennt, dass bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 3 keine Zusatzlinse vorhanden ist, die zwischen dem Lichtwellenleiter 300 und den optischen Linsen 60 angeordnet ist. Eine optimale Einkopplung des von den Lasern 30  
15 generierten Lichts wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 3 dadurch erreicht, dass der Lichtwellenleiter 300 an seiner den kantenemittierenden Lasern 30 zugewandten Außenseite eine schräge Stirnfläche 350 aufweist.

20 Darüber hinaus lässt sich in der Figur 3 erkennen, dass die Anordnung der kantenemittierenden Laser 30 anders als bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2 ist; konkret sind die kantenemittierenden Laser 30 in einer Reihe angeordnet, also nicht an den Ecken eines virtuellen  
25 Quadrates. Ansonsten entspricht das Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 3 in seiner prinzipiellen Wirkungsweise dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2.

In der Figur 4 ist dargestellt, wie ein elektrooptisches  
30 Modul 10 gemäß den Figuren 1 und 2 bzw. 3 auf einer Leiterplatte montiert werden kann. Konkret erkennt man in der Figur 4 eine flexible Leiterplatte 400, die beispielsweise als „Flexbord“ ausgeführt sein kann.

35 Die flexible Leiterplatte 400 ist auf einer Leiterplatten-Trägerplatte 410 aufgebracht, beispielsweise aufgeklebt. Das Material der Leiterplatten-Trägerplatte 410 ist derart

gewählt, dass eine optimale Wärmeabfuhr der von dem elektrooptischen Modul 10 generierten Abwärme erreicht wird. Die Leiterplatten-Trägerplatte 410 kann beispielsweise aus Metall, insbesondere Aluminium bestehen.

5

Wie sich in der Figur 4 erkennen lässt, ist in der flexiblen Leiterplatte 400 eine rechteckförmige Ausnehmung 420 eingestanzt worden. In dieser Ausnehmung 420 ist das elektrooptische Modul 10 gemäß den Figuren 1 und 2 bzw. 3  
10 hineingesetzt worden. Die Befestigung des elektrooptischen Moduls 10 erfolgt dabei durch die Leiterplatten-Trägerplatte 410, auf der das elektrooptische Modul 10 aufliegt.

Die elektrische Verbindung zwischen dem elektrooptischen  
15 Modul 10 und der flexiblen Leiterplatte 400 erfolgt durch Bonddrähte 430, die einerseits mit der flexiblen Leiterplatte 400 und andererseits mit auf dem Substrat 20 des elektrooptischen Moduls 10 angeordneten Leiterbahnen verbunden sind.

20

Im Übrigen lässt sich in der Figur 4 erkennen, dass die flexible Leiterplatte 400 nicht in ihrem gesamten Bereich auf der Leiterplatten-Trägerplatte 410 aufgeklebt bzw.  
aufgebracht sein muss; so lässt sich in der Figur 4 ein  
25 Bereich 450 erkennen, in dem die flexible Leiterplatte 400 nicht auf der Leiterplatten-Trägerplatte 410 aufgeklebt ist.

Der Bereich 450 der flexiblen Leiterplatte 400 bildet bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 4 einen Flexbordstecker,  
30 mit dem die flexible Leiterplatte 400 an externe Steckerbuchsen oder dergleichen anschließbar ist.

In der Figur 5 ist ein Ausführungsbeispiel für eine Befestigung des Lichtwellenleiters 300 gemäß den Figuren 2  
35 und 3 dargestellt.

Man erkennt in der Figur 5 eine Abdeckkappe 500, durch die der Lichtwellenleiter 300 hindurchgeführt ist. Der Lichtwellenleiter 300 kann dabei in der Abdeckkappe 500 eingeklebt sein, um eine feste Verbindung zwischen dem  
5 Lichtwellenleiter 300 und der Abdeckkappe 500 zu erreichen.

Durch ein Verkleben des Lichtwellenleiters 300 wird darüber hinaus erreicht, dass die Verbindung zwischen dem Lichtwellenleiter und der Abdeckkappe hermetisch dicht ist.  
10 Eine Abdeckkappe wie die Abdeckkappe 500 kann beispielsweise hergestellt werden, indem eine Siliziumplatte (z. B. ein Silizium-Wafer) zunächst mikromechanisch strukturiert und dann isotrop in Kalilauge geätzt wird. Durch das Ätzen ergibt sich eine pyramidenstufenartige Vertiefung, deren Tiefe in  
15 Abhängigkeit von der Aufbauhöhe des elektrooptischen Moduls 10, insbesondere in Abhängigkeit von der Lage der optischen Linsen 60, gewählt wird. Die pyramidenstufenartige Vertiefung wird also an der den optischen Linsen 60 zugewandten Außenseite 510 der Abdeckkappe 5 angebracht.

20 In der Mitte der sich nach diesem Ätzschritt ergebenden Grube wird dann ein Loch für den Lichtwellenleiter 300 beispielsweise mit einem Laser erzeugt. Anschließend wird der Siliziumwafer unter Fertigstellung der Abdeckkappe zersägt;  
25 in die fertige Abdeckkappe wird dann der Lichtwellenleiter 300 eingeklebt. Bei Verwendung eines Silizium-Wafers kann selbstverständlich eine Vielzahl an Abdeckkappen gleichzeitig hergestellt werden.

30 Bei der Abdeckkappe 500 kann es sich stattdessen auch um ein Spritzgussteil oder um ein Multilayer-Keramikbauteil handeln, in das der Lichtwellenleiter 300 beispielsweise eingeklebt ist.

35 Eine Siliziumabdeckkappe 500 hat jedoch gegenüber einem Plastikspritzgussteil oder einem Multilayer-Keramikbauteil den Vorteil, dass das Material der Abdeckkappe an das Si-

Substrat 20 des elektrooptischen Moduls 10 angepasst ist. Aufgrund dieser Anpassung ist es möglich, die Abdeckkappe 500 unmittelbar auf das elektrooptische Modul 10 aufzusetzen, weil die thermischen Ausdehnungskoeffizienten identisch sind und es damit zu keinen thermischen Materialverspannungen kommen kann.

Die Montage der Abdeckkappe 500 auf dem elektrooptischen Modul 10 kann derart erfolgen, dass die Abdeckkappe 500 auf das elektrooptische Modul aufgesetzt, aktiv justiert und dann festgeklebt wird. Verwendet werden kann zum Kleben beispielsweise UV-härtender Kleber, da bei diesem ein besonders schnelles Aushärten erreicht wird.

Falls sich die Abdeckkappe 500 komplett über das elektrooptische Modul 10 erstreckt und damit die Bonddrähte 430 und 440 überdeckt, lässt sich das elektrooptische Modul 10 mit der Abdeckkappe 500 hermetisch bzw. quasi hermetisch abschließen.

Alternativ kann die Abdeckkappe 500 auch so dimensioniert sein, dass sie ausschließlich den inneren Modulbereich - also den Bereich mit den Lasern und den Linsen - abdeckt und damit die elektrischen Anschluss pads des elektrooptischen Moduls für das spätere Kontaktieren - beispielsweise durch Bonden - freilässt. In diesem Fall muss verhindert werden, dass die Abdeckkappe, die beispielsweise durch Lötens auf dem elektrooptischen Modul befestigt wird, einen elektrischen Kurzschluss zwischen den Leiterbahnen des elektrooptischen Moduls verursacht. Dies lässt sich beispielsweise durch eine Isolationsschicht erreichen, mit der die auf dem Substrat 20 aufgetragenen Leiterbahnen elektrisch von der Abdeckkappe 500 bzw. der Lötbefestigung der Abdeckkappe getrennt werden.

Zur Befestigung der Abdeckkappe 500 kann diese einen äußeren Flanschbereich zur Befestigung auf dem Substrat 20 aufweisen. Alternativ kann der Flanschbereich auch durch eine separate

Komponente gebildet sein, die auf dem Substrat 20 aufgebracht wird und auf die dann anschließend die Abdeckkappe 500 aufgesetzt wird.

- 5 Im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 3 wurde ein elektrooptisches Modul 10 mit kantenemittierenden Lasern 30 erläutert. Anstelle von kantenemittierenden Lasern 30 können auch vertikal emittierende Laser in dem elektrooptischen Modul eingesetzt werden. In einem solchen Fall kann auf die  
10 Verspiegelung der den Lasern zugewandte Außenseite 70 des Abstützelementes 50 verzichtet werden.

Zur Justage der Faser 300 relativ zu den optischen Linsen 60 des elektrooptischen Moduls 10 wird wie folgt vorgegangen:

15

- Zunächst werden die vier optischen Linsen 60 aktiv so justiert, dass sich ihr Fokus jeweils an demselben Punkt trifft, nämlich dort, wo in einem späteren Schritt die Faser bzw. der Lichtwellenleiter 300 "hinjustiert" wird. Dabei sind  
20 der Ort und der Abstand des Fokus so zu bestimmen, dass später ein maximaler Einkoppelungswirkungsgrad in den Lichtwellenleiter 300 erreicht wird. Anschließend wird dann der Lichtwellenleiter 300 justiert.

- 25 Falls das elektrooptische Modul 10 gemäß den Figuren 1 bis 3 als ein WDM-Modul (beispielsweise als ein C/D-WDM-Modul) eingesetzt werden soll, so sind die Laser 30 so zu wählen bzw. so anzusteuern, dass sie auf verschiedenen Wellenlängen senden. Anstelle von Lasern können bei dem elektrooptischen  
30 Modul auch Dioden, beispielsweise I-REDS (infrarotemittierende Dioden) eingesetzt werden.

- Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 2 ist an dem Lichtwellenleiter 300 die Zusatzlinse 310 vorgesehen; bei dem  
35 Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 3 ist der Lichtwellenleiter 300 mit einer schrägen Stirnfläche 350 versehen. Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen,

dass ein Einkoppeln des Lichts in den Lichtwellenleiter 300 ohne weiteres auch ohne die Zusatzlinse 350 bzw. auch ohne die schräge Stirnfläche 350 möglich ist; das Licht der Laser 30 kann also auch unmittelbar von den Linsen 60 in den  
5 Lichtwellenleiter 300 eingekoppelt werden.

In den Figuren 6 bis 8 ist ein drittes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes elektrooptisches Modul gezeigt. Das Modul weist vier separate Mikromodule 600 auf (vgl. Figur 6).  
10 Jedes Mikromodul 600 ist jeweils mit einem Laser 30 ausgestattet, der auf einem Hilfsträger 610 angeordnet ist. Jedem Laser 30 ist jeweils ein Abstützelement 50 zugeordnet, auf dem jeweils eine Linse 60 angeordnet ist. Jede optische Linse 60 ist jeweils mittels eines Linsenträgers 65 derart am  
15 Rand des zugeordneten Abstützelements 50 angebracht, dass der optisch aktive Teil der Linsen 60 über den seitlichen Rand des Abstützelements 50 hinausragt.

Die Abstützelemente 50 sind an ihren, den Lasern 30 zugewandten Außenseiten 70 verspiegelt, sodass das aus den  
20 Lasern 30 heraustretende Licht an den verspiegelten Außenseiten 70 reflektiert und in Richtung der optischen Linsen 60 gespiegelt wird. Die Mikromodule 600 entsprechen somit von ihrem Aufbau her der Anordnung gemäß der Figur 1; unterschiedlich ist lediglich, dass die Laser 30 jeweils auf  
25 einem separaten Hilfsträger 610 und nicht unmittelbar auf einem gemeinsamen Träger (vgl. Figur 1) angeordnet sind.

Wie sich der Figur 6 entnehmen lässt, sind die vier  
30 Mikromodule 600 auf einem gemeinsamen Keramikträger 620 symmetrisch angeordnet, und zwar derart, dass die Linsen 60 auf den Eckpunkten eines gedachten Vierecks, insbesondere eines Rechtecks oder eines Quadrats, liegen. Die Anordnung der Mikromodule 600 ist dabei derart gewählt, dass sich das  
35 Ausgangslicht der vier Laser 30 an einem gemeinsamen Punkt trifft; dieser gemeinsame Punkt bildet die Ankoppelstelle für

den Anschluss an einen gemeinsamen Lichtwellenleiter (vgl. Fig. 2 und 3).

Die vier Mikromodule 600 werden von einem Justagering 630  
5 umgeben, dessen Ringmittelpunkt auf der Achse der Ausbreitungsrichtung des mit den vier Lasern 30 in eine optische Verbindung zu bringenden „gemeinsamen“ Lichtwellenleiters liegt.

10 Die Funktion des Justagerings 630 besteht darin, mit dessen Innenringseite 640 ein Oberteil 650 eines Gehäuses, beispielsweise eines TO-Gehäuses, selbstzentrierend derart aufzunehmen, dass das Gehäuse mittig über der Anordnung der Mikromodule 600 liegt. Dies zeigt die Figur 7.

15

Die Funktion der Außenringseite 660 des Justagerings 630 besteht darin, eine Ankopplung eines Verbindungselements 670, das beispielsweise durch ein „SC-Receptacle“ 680 mit einem Koppelring 690 gebildet wird, zu ermöglichen (vgl. Figur 8).

20 Hierzu wird das Verbindungselement 670 auf den Justagering 630 aufgesetzt; dabei wird der Koppelring 690 über das Oberteil 650 des Gehäuses hinübergestülpt. Erreicht wird somit eine automatische Justage zwischen dem Justagering 630 und dem Verbindungselement 670 sowie damit einhergehend eine  
25 automatische Justage zwischen den vier Mikromodulen 600 und dem Verbindungselement 670.



## Bezugszeichenliste

	10	Elektrooptisches Modul
	20	Substrat
5	30	Laser
	40	Bonddrähte
	50	Abstützelement
	60	Optische Linsen
	65	Linsenträger
10	70	Außenseite
	100	Gestrichelte Linien
	110	Monitordioden
	300	Lichtwellenleiter
	310	Zusatzlinse
15	320	Strahlengang
	350	schräge Stirnfläche
	400	Flexible Leiterplatte
	410	Leiterplatten-Trägerplatte
	420	Ausnehmung
20	430	Bonddrähte
	450	Flexbordstecker
	500	Abdeckkappe
	510	Innenseite der Abdeckkappe
	600	Mikromodul
25	610	Hilfsträger
	620	Keramikträger
	630	Justagering
	640	Innenringseite
	650	Oberteil eines Gehäuses
30	660	Außenringseite
	670	Verbindungselement
	680	SC-Receptacle
	690	Koppelring

Patentansprüche

1. Elektrooptisches Modul (10) mit mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30) zum Anschluss an zumindest einen Lichtwellenleiter (300),

dadurch gekennzeichnet,

dass die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30) mittels jeweils zumindest einer Linse (60) mit demselben Wellenleiter (300) in einer optischen Freistrahilverbindung stehen.

2. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Linsen (60) einen optischen Schielwinkel aufweist.

3. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30) bezüglich ihres Anschlusses an den Lichtwellenleiter (300) symmetrisch angeordnet sind und die Linsen (60) der mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30) jeweils denselben optischen Schielwinkel aufweisen.

4. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrooptischen Komponenten (30) auf einem gemeinsamen Träger (20) angeordnet sind.

5. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen (60) auf einem oder auf jeweils einem auf dem Träger (50) befindlichen Abstützelement (50) derart angeordnet sind, dass sie sich räumlich über den

ihnen zugeordneten elektrooptischen Komponenten (30) befinden.

6. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrooptischen Komponenten (30) jeweils auf einem individuellen Hilfsträger (610) angeordnet sind und die individuellen Hilfsträger (610) auf einem gemeinsamen Träger (620) angeordnet sind.

7. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen (60) jeweils einem auf dem jeweiligen Hilfsträger (610) befindlichen Abstützelement (50) derart angeordnet sind, dass sie sich räumlich über den ihnen zugeordneten elektrooptischen Komponenten (30) befinden.

8. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30) Laser und/oder Leuchtdioden sind.

9. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Laser und/oder Leuchtdioden auf unterschiedlichen Wellenlängen Licht emittieren.

10. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 8, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrooptische Modul (10) ein C- oder D-WDM-Modul ist.

11. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass vier Laser (30) und/oder Leuchtdioden demselben Lichtwellenleiter (300) zugeordnet

sind, wobei die Laser (30) bzw. die Leuchtdioden symmetrisch angeordnet sind.

12. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Laser auf Eckpunkten eines virtuellen bzw. gedachten Rechtecks, insbesondere Quadrates, liegen.

13. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laser (30) in einer Reihe angeordnet sind.

14. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der mindestens zwei elektrooptischen Komponenten ein kantenemittierender Laser (30) ist und das Abstützelement (50) auf seiner dem Laser bzw. den Lasern zugeordneten Außenseite (70) bzw. Außenseiten (70) verspiegelt ist, wobei das Abstützelement (50) und die verspiegelten Außenseiten (70) derart angeordnet sind, dass sie das von dem Laser bzw. von den Lasern (30) emittierte Licht auf die jeweils zugeordnete Linse (60) lenken.

15. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrooptische Modul (10) in einem TO-Gehäuse untergebracht ist und die Linsen (60) jeweils bezüglich der Fensterkappe des TO-Gehäuses optisch justiert sind.

16. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrooptische Modul (10) auf einem Keramiksubstrat oder einer flexiblen Leiterplatte (400), insbesondere einem Flexbord, montiert ist.

17. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die flexible Leiterplatte (400) auf einem Leiterplattenträger, beispielsweise einer Leiterplatten-Trägerplatte (410), befestigt, insbesondere aufgeklebt, ist.

18. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiterplattenträger (410) aus Metall, insbesondere Aluminium besteht.

19. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 16, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrooptische Modul (10) mit Bonddrähten (430) mit der flexiblen Leiterplatte (400) verbunden ist.

20. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrooptische Modul (10, 10') mindestens eine optische Steckeinrichtung zum Anschluss an den mindestens einen Lichtwellenleiter (300) aufweist.

21. Elektrooptisches Modul nach Ansprüchen 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Lichtwellenleiter (300) durch eine Abdeckkappe (500) hindurchgeführt ist, mit denen das elektrooptische Modul (10, 10') verschlossen, insbesondere hermetisch verschlossen, ist.

22. Elektrooptisches Modul nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckkappe (500) und das elektrooptische Modul (10, 10') derart ausgestaltet sind, dass die optische Justage zwischen Lichtwellenleiter (300) und Linsen (60) durch eine Justage der Abdeckkappe (500) relativ zu den Linsen (60) erfolgen kann.

23. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass an dem mindestens einen Lichtwellenleiter (300) unmittelbar eine Zusatzlinse (310) angeordnet ist, mit der das Licht der elektrooptischen Komponenten in den Lichtwellenleiter (300) eingekoppelt wird.

24. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Lichtwellenleiter (300) eine schräge Stirnfläche (350) aufweist, in die das Licht der elektrooptischen Komponenten (30) eingekoppelt wird.

25. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Lichtwellenleiter (300) eine senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichts angeordnete Stirnfläche aufweist, die mit den Linsen (60) in einer unmittelbaren optischen Freistrahlsverbindung steht.

26. Elektrooptisches Modul nach Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Justagering (630) vorhanden ist, dessen Mittelpunkt auf der Achse des Lichtwellenleiters (300) liegt.

## Zusammenfassung

### Elektrooptisches Modul

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrooptisches Modul zum Anschluss an zumindest einen Lichtwellenleiter (300) mit mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30).

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein  
10 elektrooptisches Modul anzugeben, bei dem die optische Bandbreite des Lichtwellenleiters besonders gut ausgenutzt wird.

- Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen,  
15 dass die mindestens zwei elektrooptischen Komponenten (30) mittels jeweils zumindest einer Linse (60) mit demselben Wellenleiter (300) in einer optischen Freistrahilverbindung stehen.

FIG1

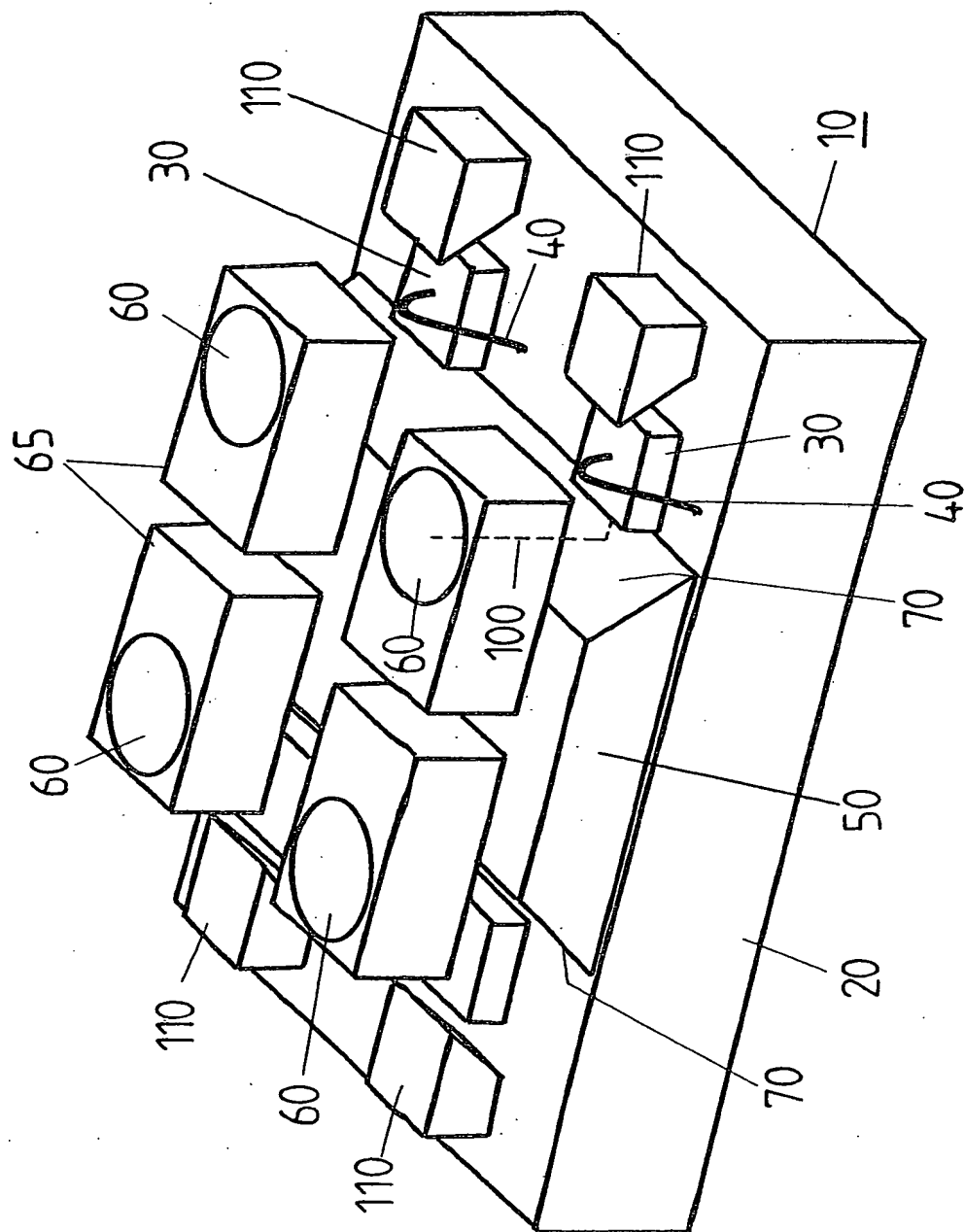




FIG 2

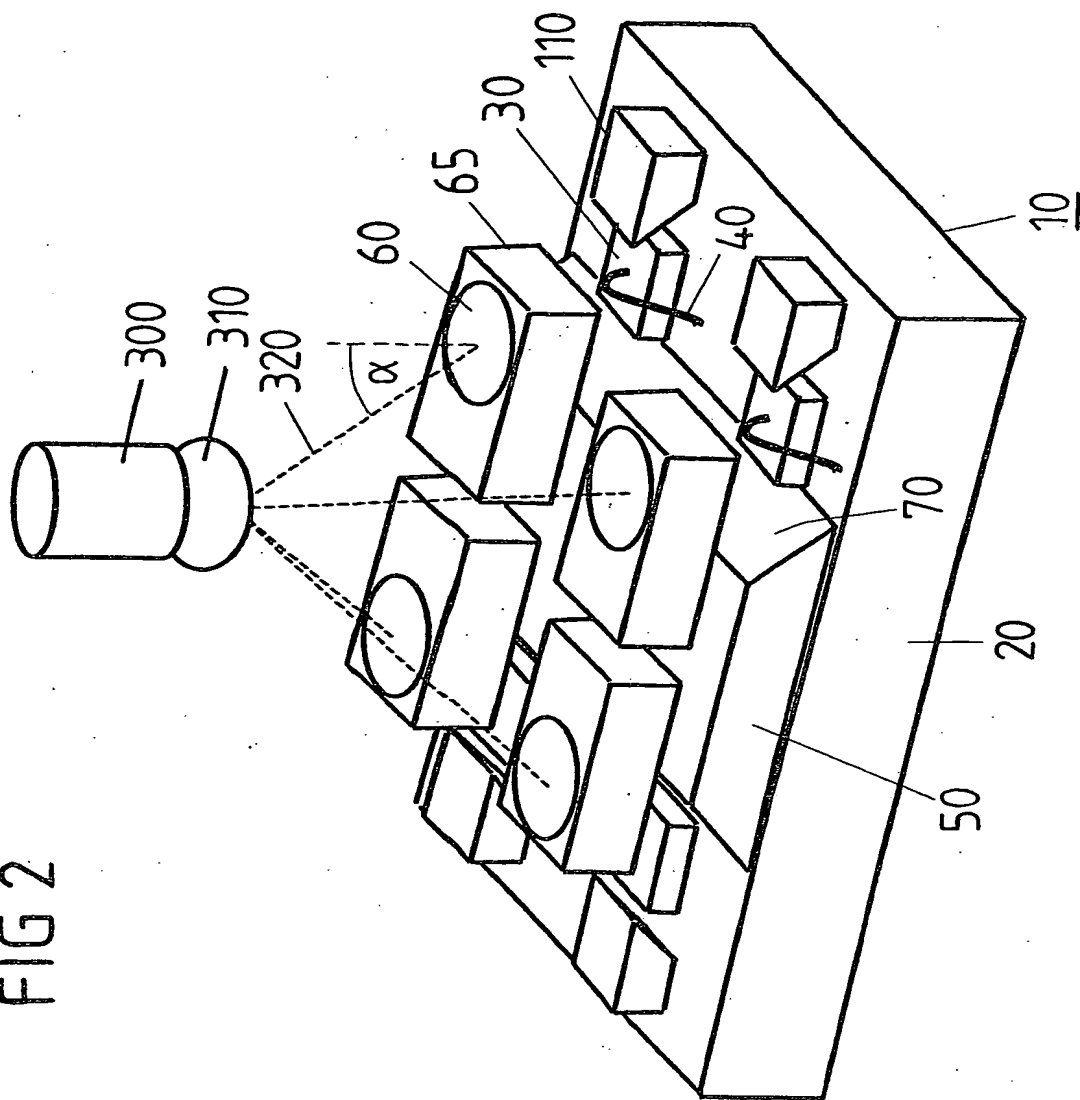


FIG 3

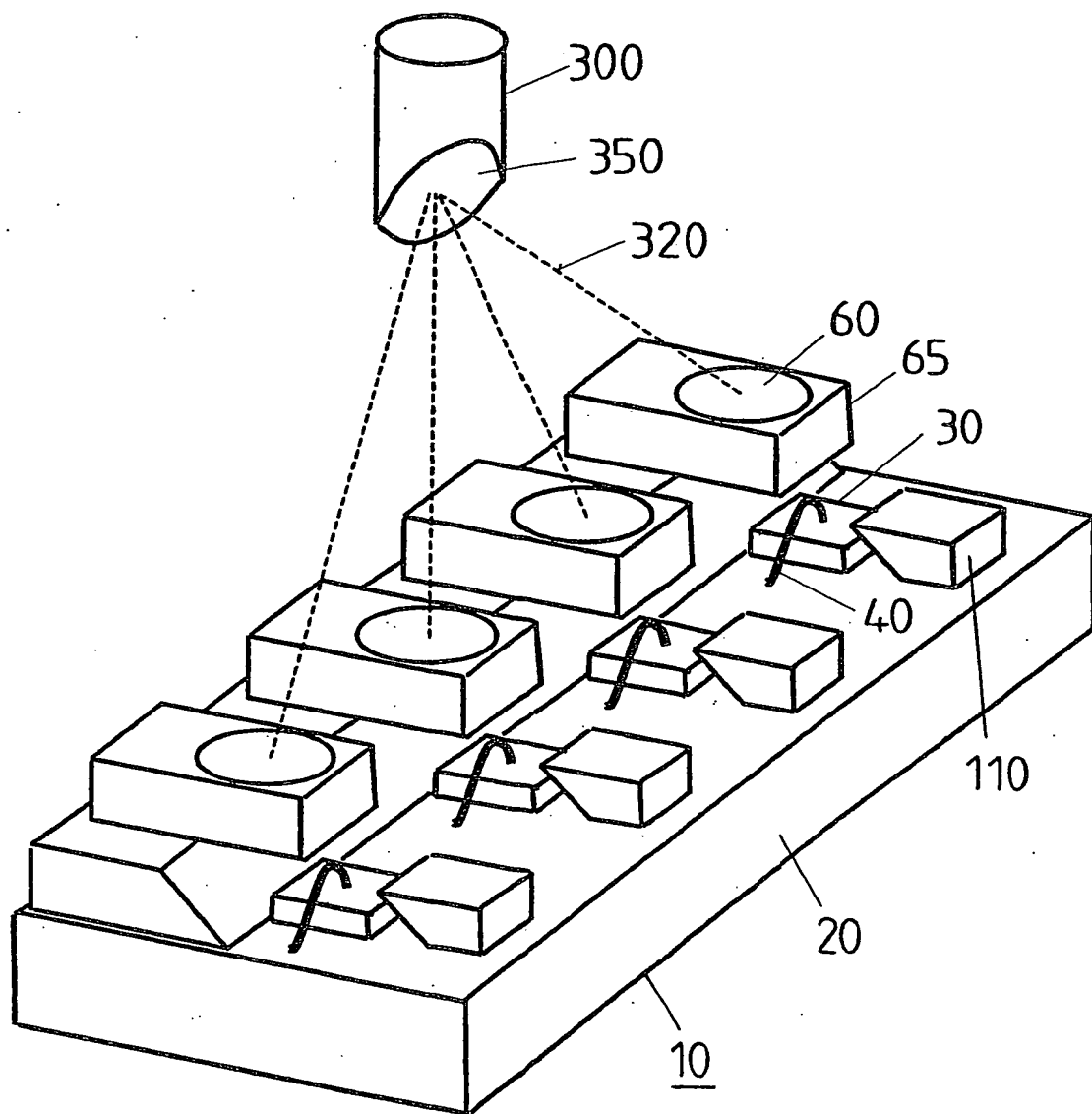


FIG 4

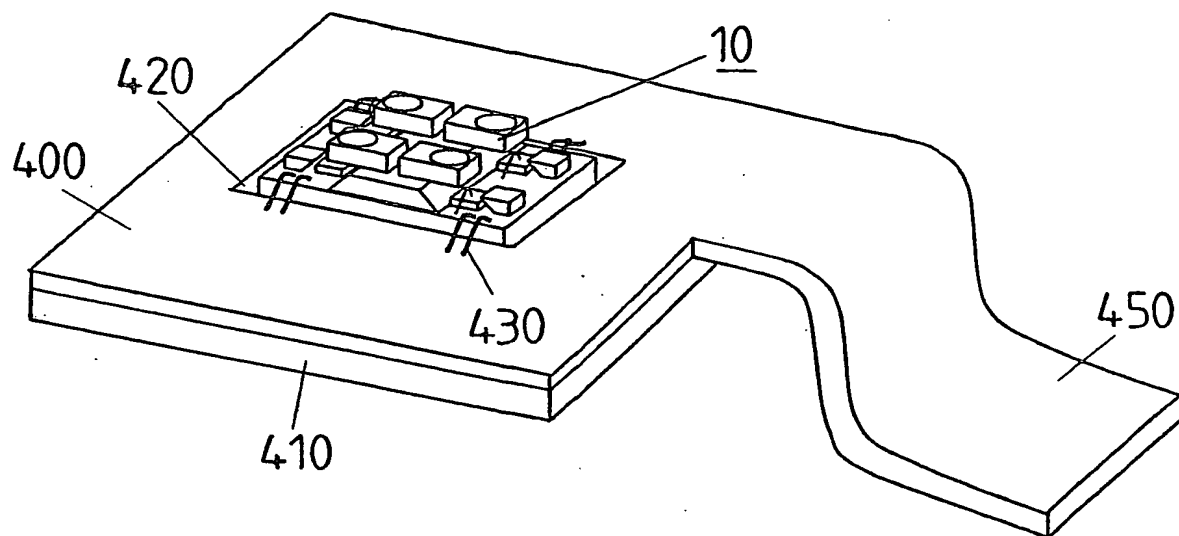


FIG 5

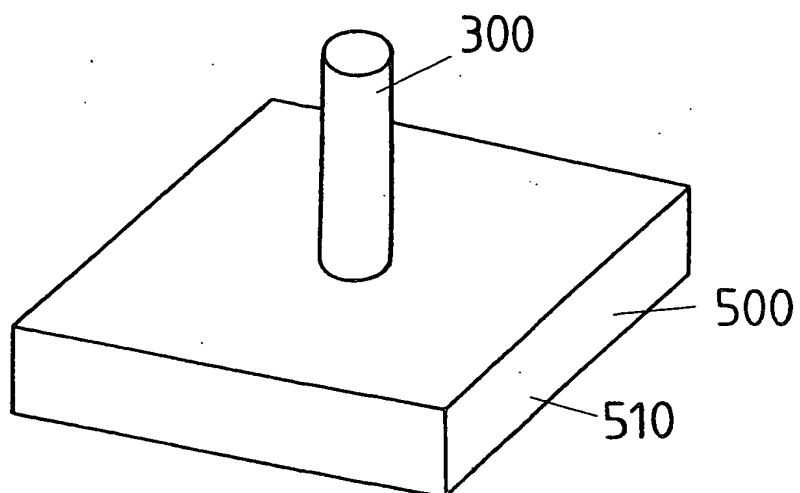


FIG 8

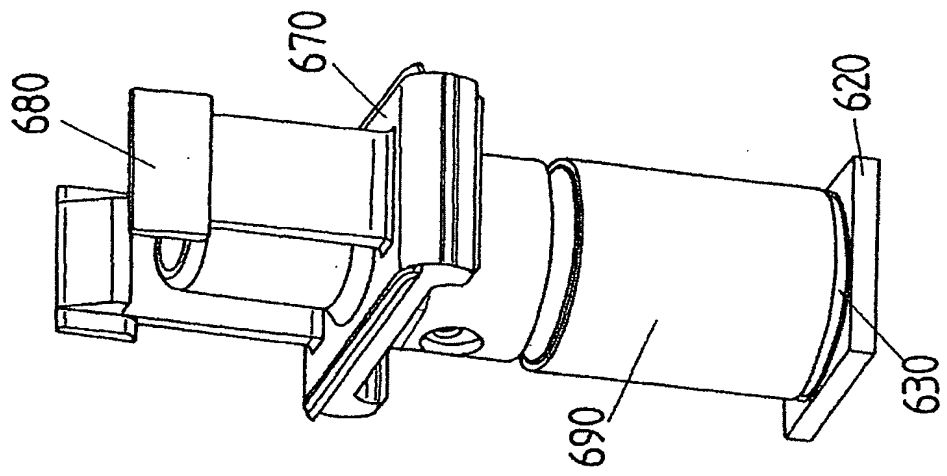


FIG 6

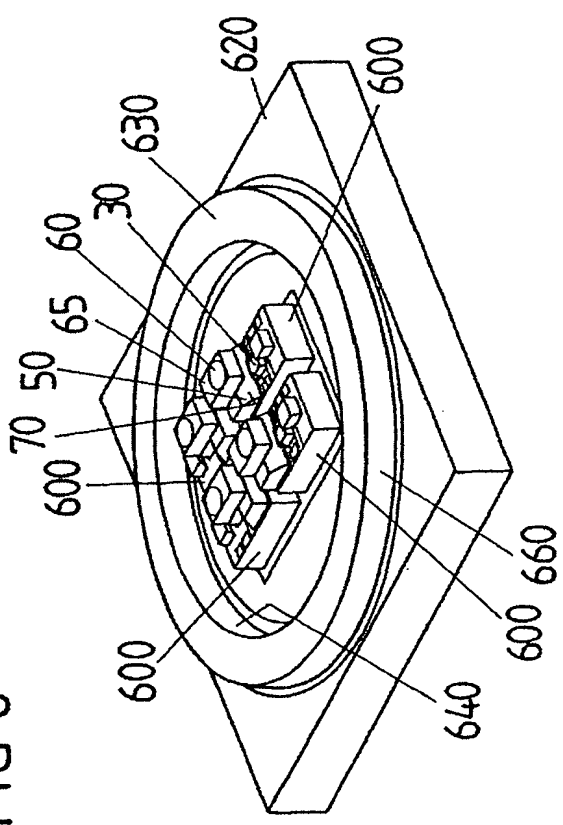


FIG 7

